

NC ロータリーテーブルの ご使用にあたって

■ 初期性能を永く維持していただくために ■

目次

1	はじめに	P.2
2	工作機械への設置	P.3
3	潤滑油	P.4
4	付加軸ロータリーテーブルの制御	P.5
5	油圧クランプ仕様	P.8
6	空圧クランプ仕様	P.9
7	使用環境	P.10
8	オプション関連	P.14

本書発行の目的

日頃は当社製品をご愛用いただきありがとうございます。

本書はロータリーテーブルをご使用いただくにあたり、事前を知っておいていただきたい項目あるいはご注意いただきたい項目について記載を致しております。本書の内容をご理解いただくことで、『知らなかった、聞いていなかった』という理由によるトラブルや不具合等を少しでも未然に防止することが出来、さらには、当社製品がエンドユーザー様において末長く生産性向上に貢献出来れば幸いです。

ロータリーテーブルを取り巻く環境

自動車産業をはじめとした各分野からの高生産性・高精度化への要求の波は、ロータリーテーブルの使用環境に大きな変化をもたらしました。本書は、そのような環境下において当社製品が性能を十分に発揮出来る使用環境を整えていただくための指針となればとの思いから作成いたしました。

ロータリーテーブルへの要求性能、使用環境の変化

- 1) **サイクルタイムの短縮**
高速化、加減速時定数の短縮
- 2) **加工の高速化・重切削化**
剛性の向上、クランプトルクの向上
- 3) **加工精度の向上**
割出精度の向上、クランプ剛性の向上、精度維持
- 4) **治具の多様化**
複雑な治具への対応 ⇒ 多ポートロータリージョイントの要求
治具の小型化への対応 ⇒ ロータリージョイント投入油圧の高圧化
- 5) **使用環境の変化**
クーラントの大量使用、高圧化 ⇒ 防水性能の向上
- 6) **動的精度の要求**
連続切削時の形状精度向上 ⇒ 追従性の要求

機種選定について

機種選定にあたっては、カタログや外観図に記載の仕様値を超えないようにお願いいたします。仕様値を超える場合には、弊社へお問い合わせ願います。

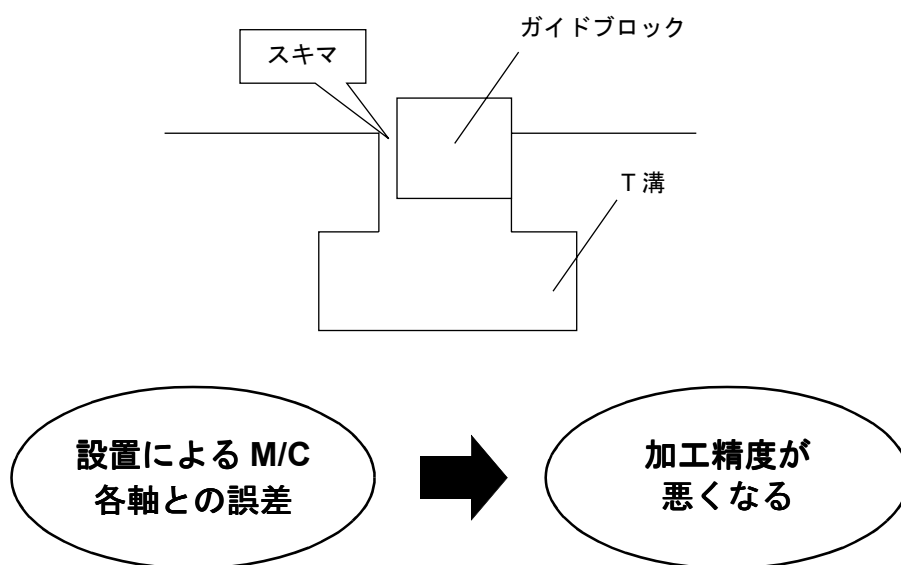
精度確認の実施

ロータリーテーブルの底面にはガイドブロックが取り付けられており、大体の位置決めはガイドブロックで可能です。

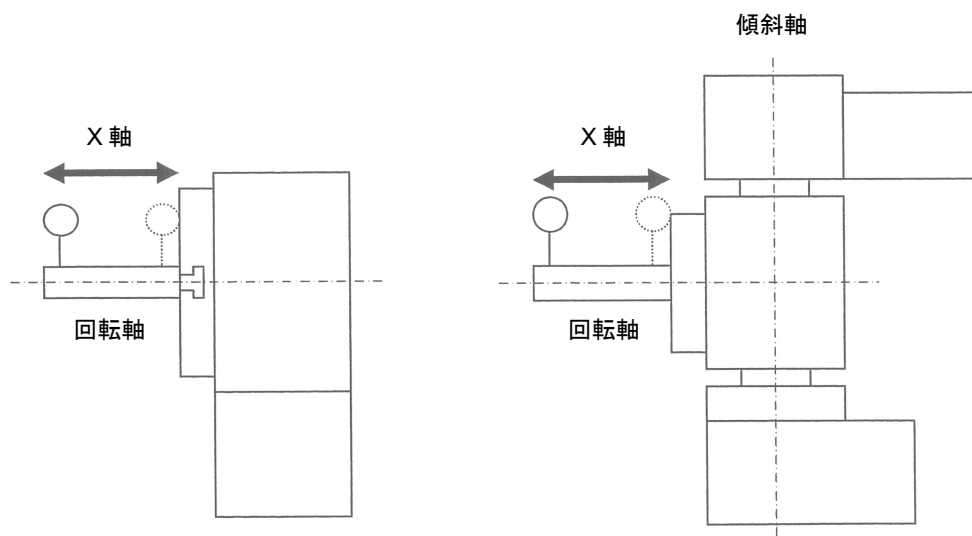
しかしながら、ガイドブロックを工作機械のT溝に入れるだけでは

- ・ ガイドブロックとT溝巾のスキマ
- ・ 回転軸とガイドブロックの平行度誤差

があるため、テーブル上面やテストバーによる精度確認が必要不可欠です。



必ず工作機械の直線軸の動きとテストバー（回転軸）やテーブル端面との平行度や直角度を確認した上で、工作機械への設置を行って下さい。



注) テストバーやテーブル端面を据付の基準とするにあたり、必ず回転軸を 180° 反転した位置との平均を基準としてください。(振れの考慮)

潤滑油の定期交換の実施

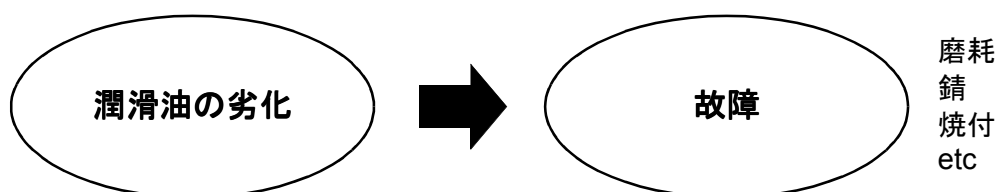
ロータリーテーブルにとって潤滑油は非常に重要な働きを担っています。

潤滑油の機能として下記が挙げられます。

- 1) **摩擦・磨耗の低減**： ウォームギヤ及び軸受部での摩擦を減らし磨耗を防ぐ。
- 2) **発熱の低減・拡散**： スベリ接触部・ころがり接触部での摩擦熱の発生を抑え、発生した熱を拡散する。
- 3) **防錆・防食**： 金属表面の錆の発生や腐食を防ぐ。
- 4) その他密封作用、洗浄作用などがあります。

潤滑油の交換を行わずに使用した場合、下記の不具合を生じる可能性があります。

- 1) ウォームギヤの磨耗による精度劣化
- 2) 主軸ベアリングの磨耗による精度劣化
- 3) 防錆性能の低下による錆の発生
- 4) 焼付
- 5) クランプ装置など摩擦発生部での滑り



弊社では下記に基づく潤滑油の定期的な交換実施を推奨いたしております。

稼動 1200 H（ロータリーテーブル取付機の稼動時間）

または 6ヶ月のいずれかで早い時期での全量交換

1200 H

$\frac{\text{1日当りの稼動時間} \times \text{月当りの稼動日数}}{1200 \text{ H}} = \text{交換時期（月）}$

【推奨潤滑油】

油種 【JIS 規格】 ギヤオイル工業用 2 種 * メーカーは問いません。
 【AGMA 規格】 ギヤオイルマイルド EP

粘度 機種によって異なりますので取扱説明書をご参照ください。

☆潤滑油の劣化☆

潤滑油は使用開始とともに酸化・劣化が始まります。劣化により酸化物やスラッジが生成され動粘度は上昇します。その結果、クランプ摩擦面の μ 低下や油膜切れ悪化を招きクランプトルク低下やクランプの応答性悪化の要因となります。

ウォームギヤの耐磨耗性に限らず、ロータリーテーブルの各性能を長期にわたって維持し、不具合なくご使用いただくためには、定期的な潤滑油の更新は不可欠ということです。

クランプ中のモーター制御について

偏芯負荷がある場合や傾斜軸で傾斜角度位置によりモーメント負荷が変化する場合には、停止時でも常にモーターに負荷がかかります。このため制御上からはそれぞれのメカ特性に合わせた配慮が必要となります。弊社では下記の制御を推奨いたします。

■ セミクローズドループの場合【タイムチャート参照】

位置決め完了

クランプ確認

クランプ中もサーボ ON を維持して下さい

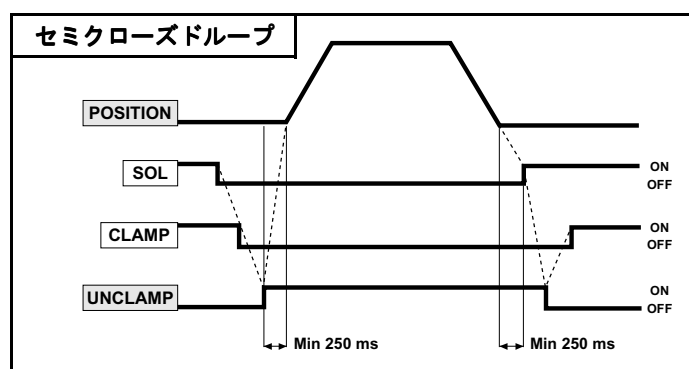
セミクローズドループの場合の弊社推奨は、クランプ中もサーボ ON です。諸般の事情によりサーボ OFF でご使用になる場合には、フルクローズドループの場合に従ってください。

* 次頁『クランプ／アンクランプに関する遅延』の 3 を参照願います。

【例外】

大きな摩擦抵抗やアンバランス負荷などにより、停止中において定格の 70% 以上の電流が流れる場合には、サーボ OFF でのご使用をお願いいたします。

(フルクローズドループの場合に従ってください)



■ フルクローズドループの場合【タイムチャート参照】

位置決め完了

クランプ確認

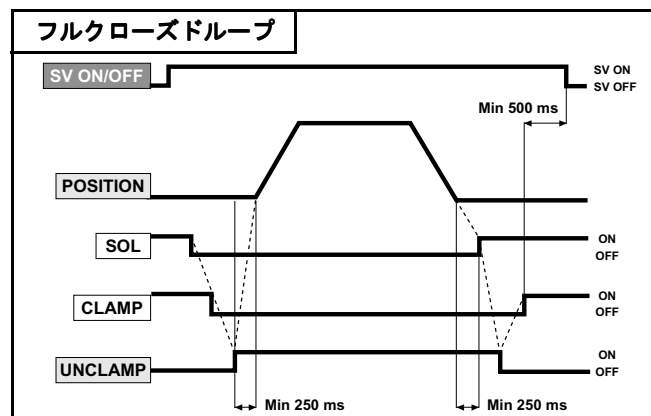
クランプ中はサーボ OFF にして下さい

フルクローズドループの場合、クランプによる歪みや切削力による振動・変位をスケールが検出し、フィードバック機能が働きます。

この際のサーボモーターとテーブルのクランプ機能の競合を防止するためです。

注) クランプ確認スイッチが ON してからサーボ OFF するまで 500 ms 以上必要です。

* 次頁『クランプ／アンクランプに関する遅延』の 3 を参照願います。



クランプ／アンクランプに関する遅延【タイムチャート参照】

- 1) クランプ用油（空）圧回路はマシンメーカーによって異なります。
- 2) 使用温度や劣化度合いによって潤滑油や作動油の粘度は変化します。
- 3) パラメータ設定や制御シーケンスはマシンメーカーにより異なります。



テーブルにとっての影響因子

- A : クランプ / アンクランプ確認 SW の設定圧
 B : インポジ巾、位置ループゲイン
 C : 油圧ポンプ容量、配管径、作動油の粘度
 D : クランプ摩擦発生面の油膜切れ易さ

これらの因子による悪影響を排除するために以下を遵守して下さい。

- 1) アンクランプ確認スイッチ ON ～移動開始 ⇒ 250 ms 以上

理由

油（空）圧回路の背圧発生状況によっては、アンクランプ確認スイッチが ON でもアンクランプ状態への移行途上の可能性があります。【因子：AC】

- 2) 位置決め完了（インポジ検出）～クランプ指令 ⇒ 250 ms 以上

理由

インポジ巾、位置ループゲインの設定によっては、移動完了前にクランプ状態になる可能性が有ります。【因子：B】

- 3) クランプ確認スイッチ ON ～サーボ OFF ⇒ 500 ms 以上《フルクローズ》

理由

クランプ状態へ移行途中にサーボ OFF になると、治具のアンバランスや加工推力によって位置ズレを生じることがあります。
 【因子：ACD】

非常停止距離短縮機能について【FANUC 制御の場合】

非常停止距離短縮機能は、締結部の許容加速度を上回るような大きな加速度を発生する場合がありますので、使用を差し控えて下さい。

《使用した場合の不具合例》

- 1) 駆動系中の締結部（ボルト、キー、摩擦締結要素等）における位置ズレ。
- 2) 上記に起因する加工精度不良

【実例】

減速比：1/180、モーター回転数：2000 min⁻¹
 加減速時定数：500 ms、積載イナーシャ：13.5 kg·cm²
 通常位置決め時の加速度：444 deg/s²



通常非常停止時の加速度：3140 deg/s²（実測値）位置ズレ無し



非常停止距離短縮機能有効時の加速度：7100 deg/s²（実測値）位置ズレ発生

パラメータ表について

弊社出荷時に各ロータリーテーブルに対応したパラメータ表を添付いたしております。

添付のパラメータ表は、ロータリーテーブルを無負荷状態で駆動させるための標準的な参考値です。

工作機械の NC 仕様及びワーク・治具の搭載状態に応じたパラメータ調整を行いお客様で設定いただきますようお願いいたします。

【注意が必要なパラメーター】

- 1) 位置ループゲイン
(パラメーター表の値より大きくする場合、発振に注意して下さい)
 - 2) 速度ループゲイン
(位置ループゲインとのバランスを考慮して設定願います)
 - 3) グリッドシフト量 [*]
 - 4) バックラッシ量 [*] (早送り、切削送りともに同じ量を設定願います)
 - 5) フィードフォワード有効 / 無効
 - 6) 早送り速度 (納入仕様書中で制限値記載ある場合あり)
 - 7) 早送り加減速時定数 (納入仕様書中で制限値記載ある場合あり)
 - 8) 切削送り速度 (位置決め加工のみの場合不要)
 - 9) 切削送り加減速時定数 (位置決め加工のみの場合不要)
- [* 印のパラメータは、ロータリーテーブルの機械番号固有の値です。
当社パラメータ表の値を使用願います。]

☆加速トルクと加減速時定数☆

アンバランストルク、摩擦トルクとならんでウォームギヤに作用するもう一つのトルクは加速トルクです。

イナーシャ × 角加速度 (≡ 早送り速度 / 加減速時定数) で表現できるこの加速トルクは、積載イナーシャが同じでも、駆動条件 (早送り速度、加減速時定数) によりコントロール可能です。

計算上、ウォームギヤ許容トルクを超えてしまう場合には、加減速時定数を延ばす、早送り速度を下げるなどの対応が必要になる場合があります。

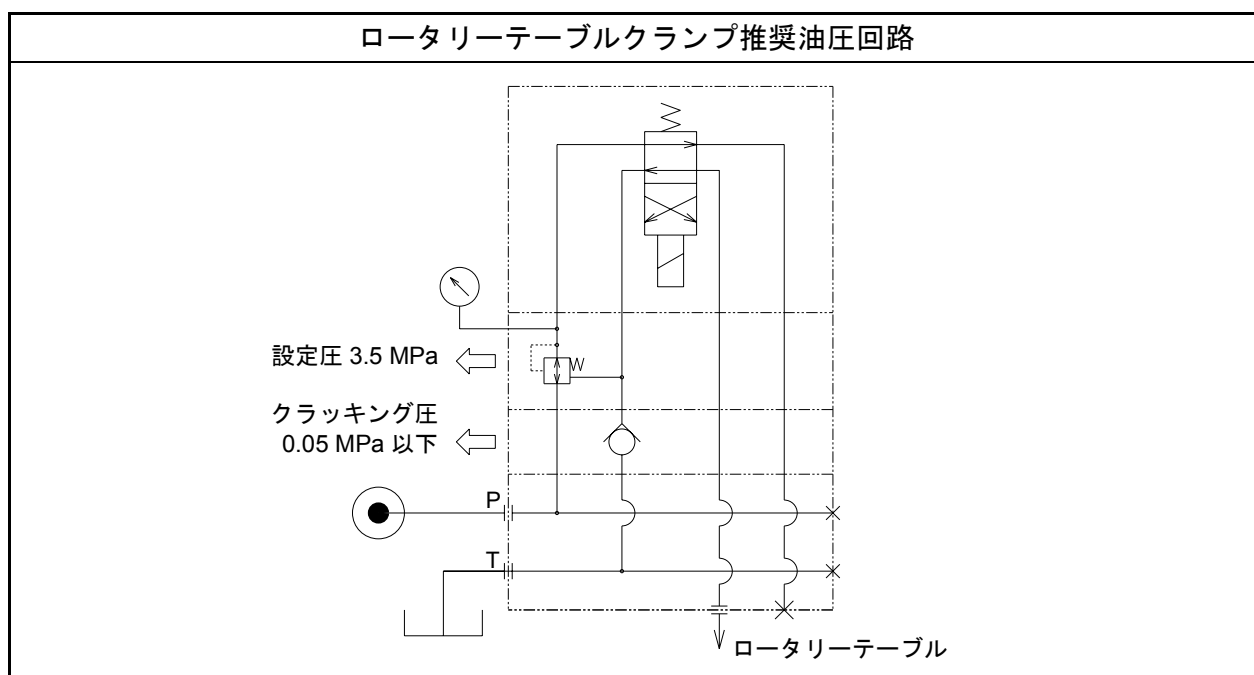
クランプ投入油圧についての注意事項

- 1) 基本的に、クランプ油圧投入ポートに油圧を投入した状態でクランプとなります。
- 2) カタログ、納入仕様書に基づく適切な圧力に設定された油圧を投入してください。
圧力が低すぎる場合には、加工時の位置ズレの原因となります。
圧力が高すぎる場合には、クランプ装置に損傷を与え油漏れ等の原因となります。
- 3) サージ圧の立ちにくい油圧回路を構成してください。(参考回路図参照)
減圧弁やアキュムレーターの設置により、過大なサージ圧の発生を防止して下さい。
(サージ圧は設定圧の 1.3 倍以下を目安としてください)
過大なサージ圧により、クランプ部分等が損傷し油漏れを生ずる可能性があります。
- 4) T ポートの背圧は 0.3 MPa 以下となるようにして下さい。
ロータリーテーブルのクランプはクランプ圧力が抜けることにより、アンクランプとなります。
背圧が高いとアンクランプに時間がかかるだけではなく、場合によってはクランプ状態でロータリーテーブルが稼動することとなり、クランプ装置が損傷することがあります。
- 5) 油圧ポンプは、十分な流量 (20 L/min 以上) のものを選定願います。
- 6) ご使用になる前および定期的にエア抜きを実施願います。

注) 投入油圧に比例してクランプトルクは変化します。

【例】RB-400 の場合 油圧 3.5 MPa 投入時 4200 N・m

油圧 5.0 MPa 投入時 6000 N・m

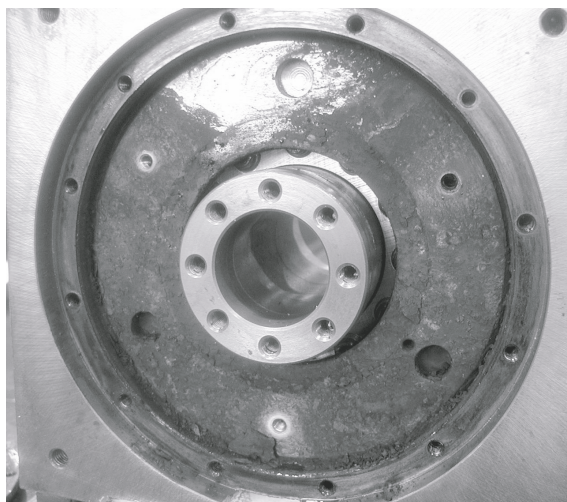


クランプ／アンクランプ確認 SW について

- 1) RB、RNCV 等の汎用テーブルにはクランプ／アンクランプ確認 SW が標準装備されています。
- 2) RC、RU 等の専用機テーブルについてはお客様にてご準備をお願いいたします。
ご準備にあたり、下記を厳守願います。
 - ・ クランプ確認 SW 設定圧：2.5 MPa 以上
 - ・ アンクランプ確認 SW 設定圧：0.5 MPa 以下
 - ・ 確認 SW はロータリーテーブルより 5 m 以内の位置に設置してください。

クランプ用空圧についての注意事項

- 1) 清浄なドライエアーを投入してください。
 (エアドライヤーおよびフィルターレギュレーターを介したエアー)
 特にエアー中の水分についてはご注意願います。水分が含まれているとクランプ装置内部に錆が発生し、クランプ装置部分の動作不良の原因となります。



不具合事例

- 2) ソレノイドバルブとクランプ／アンクランプ確認スイッチを内蔵しています。
 標準仕様は、ソレノイドオンでクランプとなります。【励磁クランプ仕様】
 ソレノイドオフでクランプとなる仕様も選択いただけます。【励磁アンクランプ仕様】
- 3) 適切な圧力のエアーを投入してください。(0.49 ～ 0.6 MPa)
- 4) 十分な流量 (30L [ANR]/min 以上) を投入してください。

注 1) 投入空圧に比例してクランプトルクは変化します。

【例】RNA-160 の場合	空圧 0.49 MPa 投入時	500 N・m
	空圧 0.60 MPa 投入時	612 N・m

注 2) 一旦、リユブリケータを使用した場合には、継続してご使用願います。
 ソレノイドバルブのスプール等に塗布してあるグリースが、リユブリケータの使用により流出し、その後に給油が断たれた場合に無給油状態となる可能性があります。給油に当たってはタービン油 1 種 (無添加) VG32 をご使用下さい。

注 3) 投入空圧接続完了後に圧力設定を行ってください。
 空圧仕様のテーブルは、モーターカバー内で投入空圧の一部をリーク (8 L/min) させるオリフィスバルブを標準装備しています。(オートエアパージ)
 このエアーがモーターカバー内部を清浄に保ち結露を防ぎます。
 リーク分の圧力低下によるクランプトルクの低下を防ぐために、空圧接続完了後に圧力設定を行って下さい。

注 4) エアーハイドロ仕様についても、上記注意事項を厳守下さい。

加工負荷について

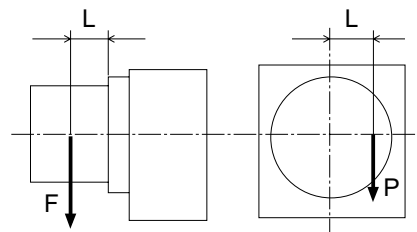
カタログ及び納入仕様書に記載されているクランプ力・許容負荷をご確認の上、加工負荷が、それらを超えない条件でご使用下さい。

$P \times L \times \text{安全係数} < \text{クランプトルク}$

$F \times L < \text{主軸モーメント許容値}$

F: 加工推力

L: テーブル中心又は上面から加工位置までの距離



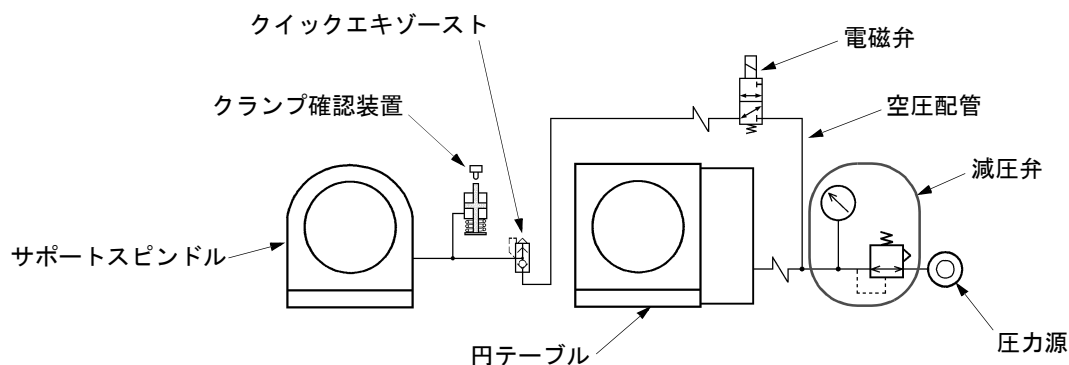
- 【例】
- ・ ドリルスラスト力 × オフセット量
 - ・ カッター曲げ抵抗 × オフセット量

注 1) 傾斜テーブルの場合には、回転軸・傾斜軸の各々に関してご確認下さい。

注 2) 安全係数は、加工に伴う振動がある場合、最大 2 程度必要です。

サポートテール (TS-P) 使用時の空圧回路の注意事項

円テーブルとは別の空圧回路でサポートスピンドルにクランプ用空圧力を供給する場合は、アンクランプ確認信号の検出後からサポートスピンドルのクランプ装置内の空圧力が 0 MPa になるまでの時間を測定し、この測定時間以上の時間が経過してから位置決め動作（回転動作）を開始してください。



注 1) サポートスピンドルの空圧投入口付近にクイックエキゾースト（急速排気弁）を設置すること。

注 2) 回路中にサポートスピンドル用のクランプ確認装置を設置すること。

- ・ サポートスピンドルとクイックエキゾーストの間に設置することを推奨します。
- ・ サポートスピンドルとクイックエキゾーストの間に設置できない場合は、クランプ装置の実動作完了とクランプ確認装置による信号検出に時間のズレが生じる場合があります。

切削液に関する注意事項

切削液に関する下記リスクをご理解し、注意して製品をご使用していただきますようお願いいたします。

1) 製品内部への切削液の侵入

シンセティックタイプの切削液は、優れた潤滑性、耐腐敗性、消泡性に加えて高い浸透性も有しています。これらの性質により、切削液がシールの摺動部やカバー接合部より製品内部へ侵入し、製品性能に悪影響を与えることがあります。

ロータリーテーブルの対応方法

- * 切削液のテーブル摺動部への直撃防止用カバーを取付ける。(オプション)
- * 本体フレーム内へのエアージェット処置を施す。(オプション)
- * モーターカバー内へのエアージェット処置を施す。(標準仕様)

2) 非結晶樹脂部品の破損と劣化について

アルカノールアミンを含む水溶性切削液には強いアルカリ性を示すものがあり、オイルゲージのポリカーボネイト製窓部に亀裂（ソルベントクラック）を生じさせることがあります。

ロータリーテーブルの対応方法

- * オイルゲージの窓部をガラス製に変更。(一部機種を除き標準仕様です)

3) 塩素系添加剤を含有する切削液について

ダイオキシン問題による環境への悪影響を配慮するため、塩素系の切削液が使用されることはほとんど無くなりました。ご使用されないことを推奨しますが、もしご使用される場合は弊社へ相談願います。

塩素系の切削液は NBR 製のシール類に対して攻撃性が強いいため、対策を施す必要があります。

ロータリーテーブルの対応方法

- * シールの材質をフッ素樹脂系に変更する。(オプション)

研削・グラファイト加工での使用時

ロータリーテーブルを研削・グラファイト加工で使用する際には研削スラッジやカーボン粒子により、シールおよび軸が損傷を受けるのを防止するため下記のような特別の配慮が必要となりますので、必ず弊社まで御相談願います。

研削スラッジを
含んだクーラント



- 1) テーブル摺動部の防護カバー設置
- 2) 本体フレーム内エアージェット投入
- 3) モーターカバー内エアージェット (標準仕様)

カーボン粒子が
浮遊した環境



- 1) 親機側での吸引 (マシンメーカー殿御準備)
- 2) テーブル外周エアードロー設置 (オプション)
- 3) シール部にカーボンが到達しにくい設計的配慮

切粉の除去

切粉の堆積により、シールを損傷したり、過負荷アラームが発生することがあります。

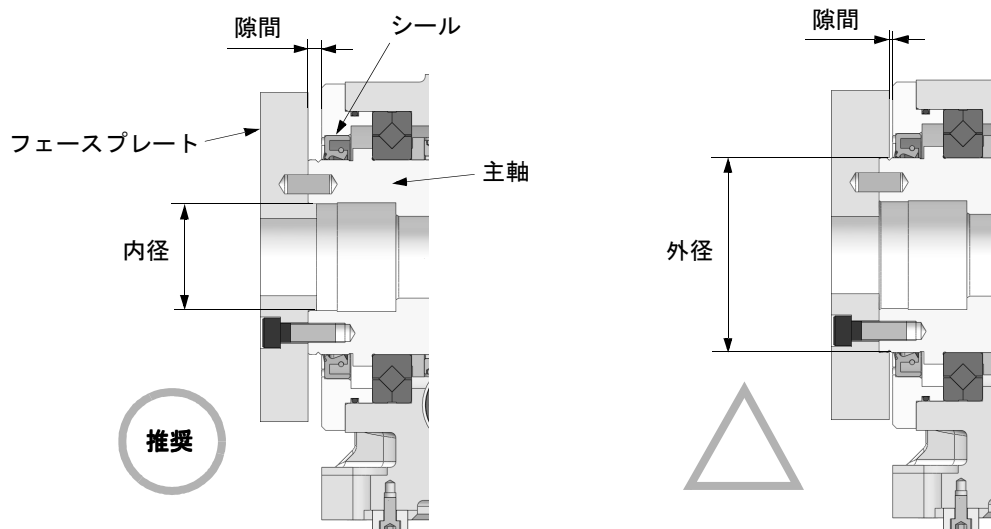
切粉の除去には、充分留意してください。

フェースプレート取付けについて

フェースプレートや治具を主軸に取付ける時は、参考図に示されているように主軸内径部を嵌め込み基準にして取付けてください。

フェースプレートとロータリーテーブルの本体やシールとの隙間が小さい時は、切粉や切屑の噛み込みにより主軸の回転や防水性を阻害する要因になります。

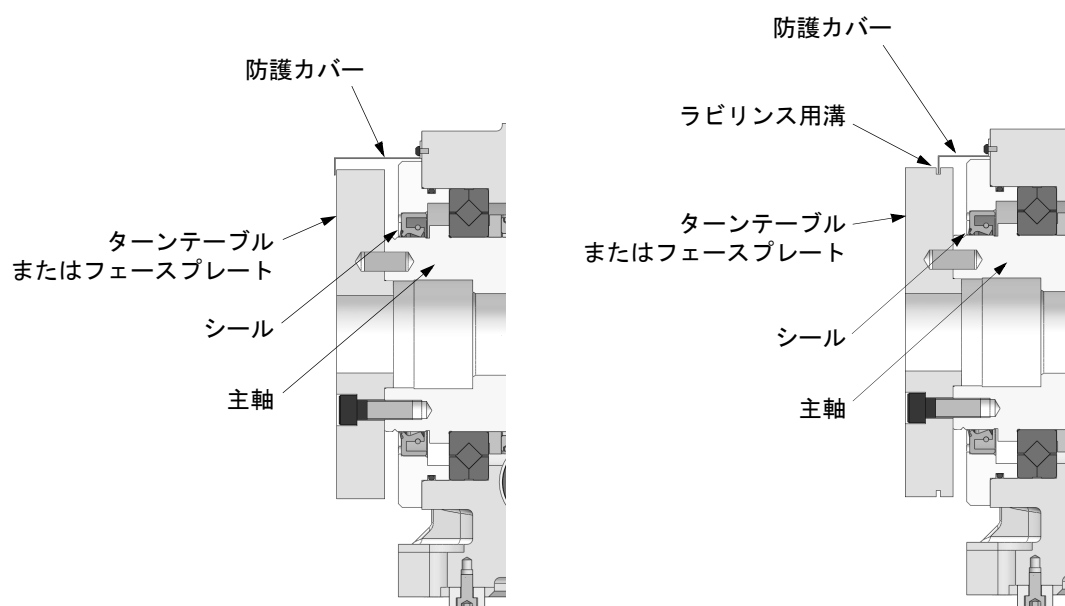
(図中の隙間が 3 mm 以上になるようにしてください)



防護カバーについて

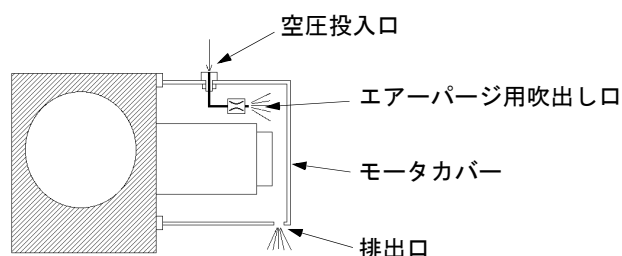
ターンテーブル（フェースプレート）と主軸の隙間やシールの摺動部へのクーラント直撃、研削スラッジやカーボン粒子の付着、切粉や切屑の溜まりなどが予想される場合は、防止対策として参考図のように隙間を覆うような防護カバーを製作して取付けて下さい。

弊社では、ラビリンス用溝と組合わせた防護カバーのオプション対応を行っています。



モーターカバー内エアージについて

当社ロータリーテーブルではモータカバー内の結露防止を目的としたモータカバー内エアージが標準仕様となっています。モータカバーまたは本体フレームに設けられている排出口が切粉や切屑、クーラントなどにより塞がれないように対処してください。



ウォームギヤ強度について

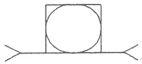
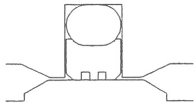
テーブル回転に伴って偏芯負荷が発生する場合は、偏芯負荷によって生じる作用トルクがウォームギヤ強度以内（仕様値と安全率を考慮した値）になるように設定してください。

ウォームギヤ強度はテーブルの回転数によって変化します。詳細につきましては、納入製品取扱説明書の『ウォームギヤ強度について』を参照してください。

ロータリージョイントについて

弊社では様々な使用条件に合わせたロータリージョイントを準備いたしております。

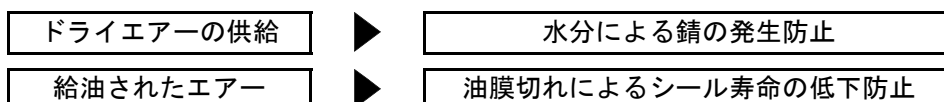
出来るだけ定格使用圧力範囲内でご使用願います。定格使用圧力を超えた場合には、消耗品であるシールの寿命は短くなりますのでご了承願います。

シール種類		使用流体／材質	定格圧力
低圧用シール	 ○リング	油圧、空圧⇒ NBR クーラント⇒ フッ素	定格使用圧力：0 ～ 3.5 MPa 最高使用圧力：4.9 MPa
高圧用シール	 複合シール	【シールリング】 テフロン、ナイロン、 ポリウレタン等の各種樹脂	使用圧力：0 ～ 10.5 MPa 【注】 上記範囲を上回る圧力でご使用になる場合は、弊社まで御相談願います。
		【バックリング】 油圧、空圧⇒ NBR クーラント⇒ フッ素	

注 1) 一般にシールは流体を完全に封止出来るものではなく、微量の漏れ、滲みは必ず生じます。油圧、空圧等の異種流体が混在する場合には、ロータリージョイント上で、これらが交互の配置にならないようにまとめていただくご配慮をお願いいたします。

(可能な限り、油圧と空圧の間にドレンポートを設定願います。)

注 2) 空圧を使用する場合には、ドライエアーでリュブリケーターを通したエアーの供給を推奨いたします。



注 3) ロータリージョイント仕様を御用命の際は、弊社へ投入流体・使用圧力をご連絡願います。

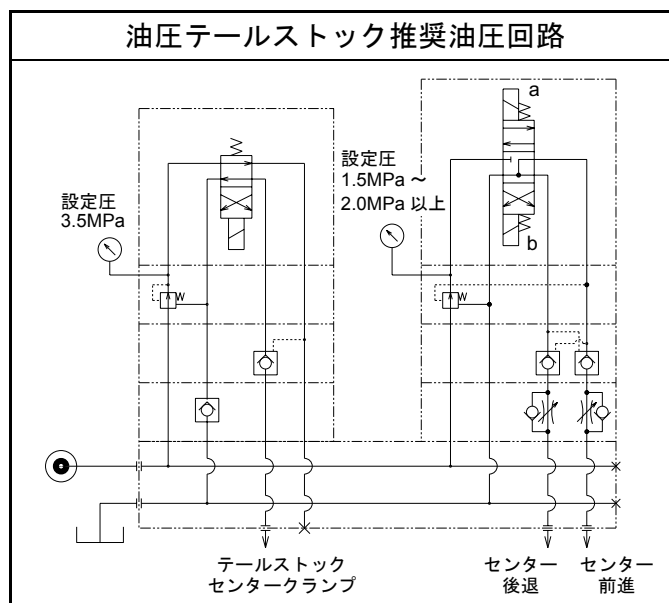
油圧テールストックについて

油圧テールストックは以下の点に留意してご使用願います。

- 1) 各ポート（前後進、クランプ）のエア－
抜きを実施願います。
- 2) 前後進の速度調整は、メーターインにて
調整実施願います。
- 3) センタークランプ油圧投入後も、前進ポ－
トの油圧は ON の状態を維持願います。
- 4) ワーク長に応じ、ワーク検出用スイッチ
の位置を調整願います。

【注意】 最低動作圧力

シールの摺動抵抗により前後進用油圧は、1.5 ~ 2.0 MPa 以上の設定が必要になります。



津田駒工業株式会社・工機販売部

〒 921-8529 石川県石川郡野々市町栗田 5 丁目 100 番地
TEL: (076) 294-5111 FAX: (076) 294-5157
URL: <http://www.tsudakoma.co.jp>
E-mail: ksales@tsudakoma.co.jp

東部地区セールス直通	TEL (076) 294-5177	FAX (076) 294-5157
中部地区セールス直通	TEL (076) 294-5188	FAX (076) 294-5157
西部地区セールス直通	TEL (076) 294-5199	FAX (076) 294-5157
浜松営業所	TEL (053) 458-3177	FAX (053) 458-3178
福岡営業所	TEL (092) 574-8057	FAX (092) 571-7575

